

COMPARAISONS ENTRE LA RACE MIXTE NORMANDE, LES RACES SPÉCIALISÉES HOLSTEIN CANADIENNE ET CHAROLAISE, ET LEURS CROISEMENTS

II. — PERFORMANCES D'ENGRAISSEMENT ET DE CARCASSE DES MÂLES

J.-J. COLLEAU

avec la collaboration technique de Michèle BRIEND, M. DUPONT, J.-J. CHAMBEYRON,
A. MULLER*, E. DABURON* et P. NOEL*

*Station de Génétique quantitative et appliquée,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

** Domaine du Pin-au-Haras, I. N. R. A.,
61310 Exmes*

RÉSUMÉ

On a comparé les performances d'engraissement et de carcasse de 20 taurillons *Holstein*, 68 *Normands*, 11 *Charolais*, 22 croisés *Holstein* × *Normands* et 25 croisés *Charolais* × *Normands*.

Les différences génotypiques ont été très importantes. En comparant les races *Holstein*, *Normande* et *Charolaise* dans cet ordre, on a mis en évidence un gradient d'augmentation de la croissance, d'augmentation de l'efficacité alimentaire (consommation en fixant le gain de poids ou le gain de poids et la composition corporelle), deux gradients économiquement favorables à la race *Charolaise*. Sur les carcasses, on a pu constater également un raccourcissement et un épaississement en allant de la race *Holstein* à la race *Charolaise*, phénomènes accompagnés d'une augmentation du rendement en muscle, d'une diminution de l'importance du gras et (ou) de l'os.

Les animaux croisés ont été généralement intermédiaires entre les races parentales. Cependant dans le cas du croisement *Holstein* × *Normand* on a trouvé d'importants effets d'hétérosis sur le poids vif à l'abattage (8 p. 100), le poids de carcasse (10 p. 100), l'épaisseur moyenne de faux-filet (8 p. 100) la consommation journalière (8 p. 100). Sur les croisés *Charolais*, l'effet d'hétérosis n'a jamais été significatif.

INTRODUCTION

Dans un précédent article (COLLEAU, 1974), nous avons exposé l'objectif de la comparaison réalisée au domaine du Pin-au-Haras entre la race mixte *Normande* et ses croisements avec une race spécialisée laitière (*Holstein canadienne*) ou une

race à viande (*Charolaise*) : examiner différentes stratégies d'utilisation du matériel génétique au niveau du troupeau laitier en se plaçant sous l'angle économique le plus global possible et en considérant en particulier non seulement la production laitière mais également la production de viande.

Les premiers résultats concernant les vitesses de croissance figurent également dans ce premier article, mais ils ne peuvent donner qu'une réponse très approximative aux problèmes de la production de viande. C'est précisément l'objet du présent article d'étudier les caractéristiques d'engraissement et de carcasse des génotypes de l'expérimentation, en se limitant toutefois à la production de taurillons.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

1. — Les animaux

Les animaux étudiés ici correspondent à l'échantillon de mâles *Holstein canadiens*, *Holstein* × *Normands*, *Normands*, *Charolais* × *Normands* et *Charolais* dont nous avons analysé les performances de croissance dans le précédent article. Les mâles sont nés durant une période de 3 années (1968-69, 69-70, 70-71). La répartition des effectifs par génotype et par année figure au tableau 1. Les caractéristiques de leurs parents ont été décrites précédemment.

TABLÉAU 1

Répartition des effectifs de taurillons suivant le génotype et l'année de naissance

| Génotype | Année de naissance | | | |
|--|--------------------|-----------|-----------|-------|
| | 1968-1969 | 1969-1970 | 1970-1971 | Total |
| <i>Holstein</i> (HF) | 4 | 5 | 11 | 20 |
| <i>Holstein</i> × <i>Normand</i> (HF × NO) | 7 | 8 | 7 | 22 |
| <i>Normand</i> (NO) | 25 | 24 | 19 | 68 |
| <i>Charolais</i> × <i>Normand</i> (CH × NO) | 9 | 10 | 6 | 25 |
| <i>Charolais</i> (CH) | 5 | 5 | 1 | 11 |
| TOTAL | 50 | 52 | 44 | 146 |

2. — Conduite des animaux pendant la période d'engraissement

Les animaux sont en principe mis à l'engraissement à partir de l'âge de 10 mois jusqu'à 16 mois, avec une durée fixe d'engraissement de 188 jours. Les animaux sont en fait mis à l'engraissement par séries, l'âge à l'entrée en contrôle varie alors de 9,5 mois à 10,5 mois. L'âge à l'abattage varie donc entre 15,5 mois et 16,5 mois.

Les animaux sont nourris individuellement *ad libitum* avec un aliment déshydraté comportant 70 p. 100 de luzerne et 30 p. 100 de pulpe de betterave déshydratée. Le taux de matière sèche

n'a pas varié suivant l'année et s'est maintenu à 90 p. 100. En revanche, la valeur énergétique de l'aliment semble avoir varié suivant les analyses chimiques qui ont été effectuées régulièrement tous les deux mois : 0,64 ; 0,72 ; 0,67 unités fourragères (UF) par kg de matière sèche pour les premières, deuxième et troisième années respectivement. Cependant les équations d'estimation de la valeur énergétique à partir de la constitution classique ont été établies comme s'il s'agissait d'un fourrage grossier alors qu'il s'agit ici d'un fourrage déshydraté et aggloméré. Or dans ce cas, la valeur énergétique est probablement sous-estimée (BÉRANGER et MARCHADIER, 1970). Aussi ne prendrons-nous en considération par la suite que la matière sèche ingérée. Les animaux ont par ailleurs la possibilité de consommer la paille de leur litière, mais il n'y a aucun contrôle correspondant.

3. — Mesures effectuées

La durée effective de contrôle pendant la période d'engraissement est de 182 jours. La durée séparant la fin des contrôles de l'abattage est de 6 jours.

Pendant 182 jours, la consommation quotidienne est mesurée par pesée de l'aliment et des refus.

Des pesées simples sont effectuées tous les 14 jours excepté au début et à la fin de la période de contrôle, moments où l'on pèse les animaux sur trois jours consécutifs (triples pesées). Des mensurations sont effectuées sur animal vivant à la fin de la période de contrôle et sur carcasse. Les mensurations sur carcasse sont effectuées suivant une méthodologie mise au point originellement pour le contrôle de descendance des taureaux pour la production de viande (FREBLING *et al.*, 1967).

Sur la demi-carcasse gauche, on prélève les canons et la 11^e côte de manière à estimer la composition de la carcasse en os, muscle et gras (GEAY et BÉRANGER, 1969).

4. — Variables étudiées

— Engraissement

- Poids début et fin d'engraissement (kg)
- Vitesse de croissance pendant l'engraissement (g/j)
- Consommation journalière de matière sèche (kg)
- Consommation journalière corrigée
 - a) pour le poids, le gain de poids
 - b) pour le poids, le gain de poids, le pourcentage de gras dans la 11^e côte.

— Mensurations en vif

- hauteur au garrot (cm)
- longueur du corps (cm)
- profondeur de poitrine (cm)
- longueur de bassin (cm)
- largeur aux épaules (cm)
- largeur aux hanches (cm)
- largeur aux trochanters (cm)
- tour de poitrine (cm)
- tour de panse (cm)

— Mensurations sur carcasse

- longueur totale (cm)
- longueur rein (cm)
- épaisseur moyenne faux-filet (cm)
- épaisseur de cuisse (cm)
- compacité de la carcasse (kg/cm)

$$= \frac{\text{poids de carcasse}}{\text{longueur de la carcasse}}$$

compacité de la cuisse

$$10 \times \frac{\text{épaisseur cuisse (cm)}}{\text{distance jarret-symphise (cm)}}$$

compacité du rein

$$10 \times \frac{\text{épaisseur moyenne-faux-filet (cm)}}{\text{longueur du rein (cm)}}$$

— *Autres variables de carcasse*

— poids de carcasse froide (kg), mesuré 24 heures après l'abattage

— rendement commercial

$$100 \times \frac{\text{poids de carcasse froide}}{\text{poids fin engraissement}}$$

— rendement vrai

$$100 \times \frac{\text{poids de carcasse froide}}{\text{poids vif vide}}$$

— poids du tube digestif vide

œsophage + panse + feuillet + caillette + intestins (sans gras)

— poids du cuir

— composition de la 11^e côte en os, gras, muscle

$$\frac{\text{poids des 2 canons gauches (g)}}{\text{poids de carcasse froide (kg)}}$$

— gras (rognon + panoufle + mésentère + péritoine + cœur)

gras total exprimé en p. 100 du poids de carcasse froide, de manière à corriger pour le poids de carcasse.

5. — Méthodes statistiques

L'estimation des différences génotypiques a été effectuée par la méthode des moindres carrés suivant un schéma à deux facteurs fixés, le génotype et l'année :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Y_{ijk} : observation sur le k ème animal du i ème génotype la j ème année ;

μ : une constante ;

α_i : effet du i ème génotype $i = 1, \dots, 5$ avec $\sum_i \alpha_i = 0$;

β_j : effet de la j ème année $j = 1, 2, 3$, avec $\sum_j \beta_j = 0$;

ε_{ijk} : erreur aléatoire normale (0, σ^2).

La validité du modèle a été testée, les interactions ($\alpha\beta$) ij n'étant pas significativement différentes de 0 pour toutes les variables étudiées. L'efficacité du modèle est mesurée par la quantité R^2 : elle représente la fraction de la somme des carrés des écarts à la moyenne qui est imputable aux facteurs.

Dans le cas de la consommation alimentaire, des ajustements pour certaines covariables ont été effectués. Le modèle devient :

$$Y_{ijk} = \mu' + \alpha_i' + \beta_j' + \sum_l b_l X_{ijk}^l + \varepsilon'_{ijk} \quad (2)$$

où X_{ijk}^l est la valeur de la l ème covariable pour l'animal ijk et b_l le coefficient de régression partielle sur la l ème covariable.

RÉSULTATS

1. — Performances d'engraissement

Bien que la méthode d'engraissement ait été constante pendant les trois années, on peut constater qu'il existe des différences importantes entre années dans les performances d'engraissement (tabl. 2). Cela provient essentiellement de la variation

TABLEAU 2

Analyse de variance des performances d'engraissement. Efficacité du modèle utilisé. Estimée des effets années

| Variable | Analyse de variance | | | R ² | Écart-type résiduel | Effet année | | |
|---|---------------------|------------------|-------------|----------------|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | F effet année | F effet génotype | Interaction | | | 1 ^{re} année | 2 ^e année | 3 ^e année |
| Poids 10 mois (kg) | 25,0*** | 8,31*** | 1,16 | 0,39 | 27,9 | — 18,4 | 10,0 | 17,4 |
| Poids 16 mois (kg) | 7,74*** | 9,57*** | 1,27 | 0,28 | 35,3 | — 4,2 | — 12,5 | 16,7 |
| Vitesse de croissance (g/j) | 2,83 | 6,82** | 1,29 | 0,21 | 135 | 34,5 | — 29,3 | — 5,1 |
| Consommation journalière (kg MS/j) ... | 3,87* | 11,62*** | 0,23 | 0,28 | 0,93 | 0,29 | — 0,17 | — 0,12 |
| Consommation journalière à poids, gain de poids constant (kg MS/j) | 14,69*** | 16,97*** | | 0,65 | 0,63 | 0,49 | — 0,10 | — 0,39 |
| Consommation journalière à poids, gain de poids et composition corporelle constante | 8,27*** | 15,75*** | | 0,73 | 0,56 | 0,42 | — 0,08 | — 0,34 |
| Appétit (kg MS p. 100 poids vif) | 34,66*** | 11,13*** | 0,56 | 0,38 | 0,16 | 0,15 | — 0,04 | — 0,11 |
| MS consommées /kg gain | 0,12 | 12,92*** | 1,05 | 0,29 | 0,71 | 0,01 | 0,03 | — 0,04 |

TABEAU 3
Estimées de moindres carrés des effets génotypes sur les performances d'engraissement. Estimées des effets d'hétérosis
(en p. 100 de la moyenne des races parentales)

| Variable | Moyenne des moindres carrés | HF | HF × NO | NO | CH × NO | CH | Effet d'hétérosis | |
|---|-----------------------------------|------|---------|--------|---------|--------|------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | Croisement Holstein | Croisement Charolais |
| Poids 10 mois | 308 | — 11 | 22 | — 11 | — 3 | 1 | 11,1*** | 0,7 |
| Poids 16 mois | 547 | — 23 | 17 | — 23 | 4 | 26 | 7,5*** | 0,4 |
| Vitesse de croissance (g/j) | 1 317 | — 68 | — 23 | — 71 | 33 | 128 | 3,7 | 0,3 |
| Consommation journalière (kg MS/j) ... | 9,95 | 0,38 | 0,61 | — 0,71 | — 0,13 | — 0,15 | 7,9** | 3,1 |
| Consommation journalière à poids, gain de poids constant (kg MS/j) | 9,76 | 0,82 | 0,30 | — 0,26 | — 0,19 | — 0,68 | 0,20 | 3,0 |
| Consommation journalière à poids, gain de poids et composition corporelle constante | 9,77 | 0,59 | 0,13 | — 0,23 | — 0,07 | — 0,42 | — 0,50 | 2,65 |
| Appétit (kg MS p. 100 poids vif) | 2,29 | 0,18 | 0,03 | — 0,07 | — 0,02 | — 0,12 | — 1,1 | — 2,1 |
| MS consommées/kg gain | 7,62 | 0,66 | 0,58 | — 0,16 | — 0,29 | — 0,79 | 4,2 | 2,6 |

annuelle de performances d'élevage avant l'engraissement, variation que nous avons décrite et discutée précédemment. On constate en effet que le poids d'entrée en contrôle des animaux a constamment augmenté suite à l'amélioration des méthodes d'élevage au Pin. En conséquence, le poids final a augmenté, bien que la vitesse de croissance pendant l'engraissement ait diminué, ce qui peut être expliqué par l'existence d'une croissance compensatrice après les conditions d'élevage moins favorables des premières années.

Quel que soit le caractère considéré les différences entre génotypes sont toujours très significatives (tabl. 2).

La vitesse de croissance au cours de l'engraissement est maximale pour les animaux *Charolais* et *Charolais* \times *Normands*, ces derniers ne manifestent toutefois aucun effet d'hétérosis (tabl. 3). La vitesse de croissance des animaux *Holstein* et *Normands* est identique, inférieure d'environ 50 g/j à celle des croisés *Holstein* \times *Normands* qui manifestent un effet d'hétérosis d'environ 4 p. 100.

Les taurillons *Holstein* et *Holstein* \times *Normands* ont une consommation bien plus élevée que celle des taurillons *Normands* (+ 1,09 kg MS et + 1,34 kg MS respectivement). Les taurillons *Charolais* et croisés *Charolais* ont une consommation légèrement moindre que celle des *Normands*. L'effet d'hétérosis manifesté dans les deux types de croisement est positif c'est-à-dire économiquement défavorable, particulièrement dans le croisement *Holstein* \times *Normand* (8 p. 100).

De telles différences de consommation au niveau des génotypes peuvent être reliées aux différences de poids moyen et de vitesse de croissance entre génotypes car l'introduction de ces covariables dans le modèle augmente considérablement la valeur de R^2 , en la doublant. On a donc estimé les différences de consommation entre races en ajustant pour les deux covariables. On constate alors que la différence entre les races spécialisées s'accroît beaucoup, passant de 0,35 kg MS à 1,50 kg MS, résultat qui d'ailleurs pouvait être prévu. En revanche, la consommation des animaux *Normands* et croisés *Normands* tend à devenir comparable. L'effet défavorable du croisement disparaît dans le cas du croisement *Holstein*. Dans un stade final, on s'est demandé si les différences génotypiques de consommation subsistant encore ne s'expliquaient pas par des différences de composition corporelle. On a donc ajusté les consommations pour une troisième covariable, le pourcentage de gras retiré de la 11^e côte. Le coefficient de régression partielle sur cette covariable est significativement positif. La prise en compte de cette variable permet de faire passer le R^2 de 0,63 à 0,75, augmentation sensible. Il s'avère que la consommation élevée des animaux de race *Holstein* n'est que partiellement en relation avec leur adiposité plus élevée. De plus, l'effet d'hétérosis sur la consommation alimentaire ne semble pas pouvoir être expliqué par un éventuel effet d'hétérosis sur la composition corporelle.

2. — Performances de carcasse des mâles

a) Mensuration sur vif et sur carcasse.

Les résultats concernant les mensurations sur vif des animaux en fin d'engraissement à 16 mois figurent au tableau 4. Les variations annuelles sont sensibles et peuvent être reliées aux variations de poids des animaux. Les différences entre races sont toujours très significatives. Quand on compare les races pures, *Holstein*, *Normand* et

TABEAU 4
Estimées de moindres carrés des effets génotypes sur les mensurations en vif et en carcasse.
Estimées des effets d'hétérosis (en p. 100 de la moyenne des races parentales) Efficacité du modèle utilisé

| Variable | Moyenne des moindres carrés | HF | HF × NO | NO | CH × NO | CH | Effet d'hétérosis | | R ² | Écart-type résiduel |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|------------------------|-------------------------|----------------|------------------------|
| | | | | | | | Croisement Holstein | Croisement Charolais | | |
| Animal vif | | | | | | | | | | |
| Hauteur au garrot (cm) | 123,8 | 2,9 | 3,9 | 0,9 | — 1,8 | — 5,9 | 1,6* | 0,6 | 0,46 | 3,3 |
| Longueur du corps (cm) | 152,0 | 2,9 | 3,2 | — 0,2 | — 2,3 | — 3,7 | 1,2 | — 0,3 | 0,24 | 4,7 |
| Profondeur de poitrine (cm) | 67,4 | 1,3 | 1,9 | — 0,5 | — 1,0 | — 1,7 | 2,2** | 0,1 | 0,45 | 1,7 |
| Longueur de bassin (cm) | 52,5 | 0,9 | 1,6 | 0,1 | — 0,6 | — 2,1 | 2,0* | 0,7 | 0,49 | 1,5 |
| Largeur aux épaules (cm) | 54,2 | — 5,3 | — 1,7 | — 1,0 | 2,4 | 5,5 | 2,9 | 0,3 | 0,46 | 3,3 |
| Largeur aux hanches (cm) | 47,9 | — 0,5 | 0,7 | — 0,6 | 0,1 | 0,3 | 2,8** | 0,6 | 0,29 | 1,6 |
| Largeur aux trochanters (cm) | 49,7 | — 1,2 | 0 | — 1,4 | 0,3 | 2,3 | 2,5* | — 0,2 | 0,43 | 1,7 |
| Tour de poitrine (cm) | 187,1 | — 2,6 | 2,6 | — 2,1 | — 0,3 | 2,5 | 2,7*** | — 0,3 | 0,25 | 5,0 |
| Tour de panse (cm) | 219,5 | — 1,2 | 0 | — 1,4 | 0,3 | 2,3 | 1,6 | — 1,1 | 0,23 | 6,5 |
| Carcasse | | | | | | | | | | |
| Longueur totale (cm) | 130,5 | 1,5 | 4,2 | — 0,2 | — 1,4 | — 4,1 | 2,7*** | — 0,2 | 0,35 | 3,3 |
| Longueur rein (cm) | 59,1 | 1,5 | 2,0 | 0,1 | — 1,0 | — 2,7 | 2,0* | 0,6 | 0,39 | 1,9 |
| Épaisseur de faux-filet (cm) | 7,9 | — 1,5 | — 0,3 | — 0,3 | 0,7 | 1,4 | 8,4** | 1,6 | 0,49 | 0,7 |
| Épaisseur de cuisse (cm) | 26,9 | — 2,1 | — 0,9 | — 0,7 | 1,0 | 2,7 | 2,2 | 0,2 | 0,59 | 1,1 |
| Compacité de la carcasse | 2,2 | — 0,3 | 0 | — 0,1 | 0,1 | 0,3 | 7,1*** | 1,3 | 0,50 | 0,15 |
| Compacité de la cuisse | 3,3 | — 0,3 | — 0,2 | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0,60 | 0,15 |
| Compacité du rein | 1,3 | — 0,3 | — 0,1 | 0 | 0,1 | 0,3 | 6,1 | 0,7 | 0,64 | 0,13 |

TABLEAU 5
Estimées de moindres carrés des effets génotypes sur les performances de carcasse.
Estimées des effets d'hétérosis (en p. 100 de la moyenne des races parentales) Efficacité du modèle utilisé

| Variable | Moyenne des moindres carrés | HF | HF × NO | NO | CH × NO | CH | Effets d'hétérosis | | R² | Écart-type résiduel |
|---|--------------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|------------------------|-------------------------|------|------------------------|
| | | | | | | | Croisement Holstein | Croisement Charolais | | |
| Poids de carcasse froide (kg) | 29,4 | — 30 | 6 | — 13 | 12 | 25 | 9,9*** | 2,0 | 0,39 | 22 |
| Rendement commercial (%) | 53,7 | — 3,3 | — 0,4 | 0 | 1,8 | 1,9 | 2,4** | 1,7 | 0,50 | 1,6 |
| Rendement vrai (%) | 64,0 | — 3,0 | — 0,7 | — 0,5 | 1,7 | 2,4 | 1,7* | 1,2 | 0,55 | 1,4 |
| Poids du tube digestif (kg) | 26,8 | 2,0 | 1,4 | — 0,9 | — 1,0 | — 1,5 | 3,0 | 0,8 | 0,36 | 2,2 |
| Poids du cuir | 43,5 | — 2,8 | — 0,5 | — 1,2 | — 0,2 | 4,7 | 3,7 | — 3,3 | 0,16 | 6,7 |
| P. 100 os, 11 ^e côte | 16,1 | 1,3 | 0,3 | 1,3 | — 0,4 | 2,3 | — 5,8 | 0,6 | 0,15 | 2,7 |
| P. 100 muscle, 11 ^e côte | 64,0 | — 4,2 | — 2,9 | — 0,8 | 2,1 | 5,8 | — 0,6 | — 0,6 | 0,26 | 4,6 |
| P. 100 gras, 11 ^e côte | 19,8 | 3,0 | 2,6 | — 0,5 | — 1,7 | — 3,5 | 6,5 | 1,7 | 0,72 | 4,0 |
| Canons en p. 1 000 de la carcasse froide | 3,8 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0 | — 0,5 | — 4,0 | 4,6 | 0,20 | 0,4 |
| Gras total de la carcasse froide (%) | 7,1 | 1,9 | 1,1 | — 1,0 | — 1,2 | — 0,8 | 8,0 | — 5,8 | 0,40 | 1,5 |

Charolais dans cet ordre, on met en évidence un gradient de diminution des mensurations squelettiques (hauteur au garrot, longueur du corps, profondeur de poitrine, longueur du bassin) et un gradient d'augmentation des mensurations liées aux épaisseurs musculaires (largeur aux épaules, tour de poitrine, largeur aux trochanters). Sur les mesures à signification plus complexe comme la largeur aux hanches (développement squelettique + musculature) et le tour de panse (développement musculaire du dessus + importance du ventre), il n'est pas possible de mettre en évidence des tendances nettes. On note un effet d'hétérosis positif sur la majorité des mensurations de longueur et de largeur dans le croisement *Holstein* \times *Normand* (les mâles croisés ayant toujours des mensurations supérieures à celles des mâles *Normands*) contrairement au croisement *Charolais* \times *Normand* où les effets d'hétérosis sont faibles et non significatifs.

Au tableau 4, figurent également les mensurations sur carcasse. Les résultats relatifs à la longueur des carcasses concordent avec ceux observés sur la longueur du corps. Les épaisseurs musculaires mesurées au niveau du faux-filet et de la cuisse manifestent au niveau des races pures le même gradient que celui constaté sur les largeurs mesurées sur vif. L'effet d'hétérosis du croisement *Holstein* \times *Normand* est sensible sur les épaisseurs musculaires, particulièrement au niveau du faux-filet, les animaux croisés se situant pratiquement au même niveau que les animaux *Normands*. C'est d'ailleurs la même chose pour les indices de compacité, qui sont des rapports de poids ou d'épaisseurs musculaires sur des longueurs.

b) *Rendement à l'abattage et composition de la carcasse.*

Au tableau 5, la comparaison des races pures montre qu'il existe un gradient. Dans l'ordre *Holstein*, *Normand*, *Charolais*, les carcasses deviennent plus lourdes ce qui est associé à un rendement (commercial ou vrai) de plus en plus élevé. Parallèlement, les carcasses deviennent moins osseuses (accord entre les deux mesures d'importance de l'os, proportion d'os dans la 11^e côte et rapport poids de canons/poids de carcasse) et moins grasses (accord entre les deux mesures, proportion de gras dans la 11^e côte et rapport gras total du 5^e quartier/poids de carcasse).

L'effet d'hétérosis sur le poids de carcasse dans le croisement *Holstein* \times *Normand* est très important (10 p. 100) contrairement au cas du croisement *Charolais* \times *Normand* (2 p. 100). Le poids de carcasse des croisés *Holstein* \times *Normand* est nettement plus élevé que celui des *Normands*. En ce qui concerne la composition des carcasses, on ne note pas d'effets d'hétérosis significatifs. Cependant dans le croisement *Holstein* \times *Normand*, on note un important effet d'hétérosis négatif pour l'importance de l'os et positif pour l'importance du gras.

DISCUSSION

1. — *Comparaison des races pures*

Le gradient décroissant de la consommation dans l'ordre des races *Holstein*, *Normande*, *Charolaise* a été déjà constaté (JARRIGE *et al.*, 1970 ; GAILLARD, 1973). Ce gradient est encore plus important quand on raisonne à poids et à gain de poids

constant. Un ajustement supplémentaire pour la composition corporelle estimée réduit les écarts qui correspondent d'abord à des différences dans les quantités de graisse fixée, cependant il subsiste des différences très importantes entre génotypes qui peuvent être expliquées par des différences de besoins d'entretien à poids constant ou d'utilisation métabolique de l'énergie (déperditions thermiques plus importantes pour les *Holstein* qui ont une plus grande surface corporelle, agitation plus importante) et/ou pour les erreurs d'estimation de la composition corporelle.

GEAY et MALTERRE (1973) ont comparé les caractéristiques d'engraissement et de carcasse de taurillons issus de plusieurs races, dont la race *Charolaise*, la race *Normande* et la race *Frisonne* de type européen en abattant les animaux soit à poids constant soit à état d'engraissement constant. Bien que les conditions d'abattage ne soient pas les mêmes que les nôtres, ils retrouvent le même gradient en ce qui concerne la vitesse de croissance, le rendement vrai et la proportion de muscle dans la carcasse. Toutefois la différence entre les animaux *Normands* et les animaux *Frison*s est moins importante qu'entre animaux *Normands* et animaux *Holstein*. C'est un résultat qui pouvait être prévu en partant de la comparaison directe entre *Frison*s européens et *Frison*s américains (JOURNET *et al.*, 1973).

La composition des carcasses varie considérablement suivant la race mais le fait qu'on ait abattu les animaux au même âge n'implique pas qu'ils aient alors le même âge physiologique. Pour avoir une estimation des différences intrinsèques (au même âge physiologique) de composition corporelle entre génotypes, TAYLOR (1971) recommande de comparer les génotypes au même degré de maturité pondérale, mesurée par le rapport poids à l'abattage/poids adulte. Si des différences de composition corporelle, notamment d'importance du gras, sont ici totalement dues à des variations de degré de maturité, il faut admettre que le poids adulte augmente quand on considère dans l'ordre les races *Holstein*, *Normande* et *Charolaise*. Cette position relative de la race *Charolaise* est très probablement correcte mais il ne semble pas jusqu'à présent que le format adulte des mâles *Holstein* et des mâles *Normands* soit très différent. On peut présumer que lors d'un abattage dans les conditions recommandées par TAYLOR, on aurait quand même mis en évidence une plus grande importance du tissu gras en race *Holstein*.

Ces différences entre races ont probablement une double origine : d'une part les réponses corrélatives de la sélection laitière, d'autre part les réponses directes de la sélection sur un certain type d'animal (conformation). Le deuxième aspect est particulièrement net quand on compare la race *Charolaise* aux races laitières : la vitesse de croissance est supérieure alors que le développement du tissu adipeux est inférieur. Si l'on compare les races à viande anglo-saxonnes (*Angus* et *Hereford*) aux races laitières, c'est exactement le contraire (COLE *et al.*, 1964).

Les réponses corrélées de la sélection laitière sur la consommation volontaire des animaux en croissance ou à l'engraissement ne semblent pas avoir été encore étudiées intensivement dans la littérature. *A priori*, on peut supposer que l'augmentation du potentiel laitier d'une vache entraîne à long terme une certaine augmentation de son pouvoir d'ingestion, qui se transmettrait aux descendants mâles et femelles en croissance ou engraissement. HICKMAN (1971) ; HICKMAN et BOWDEN (1971) examinant les conséquences d'une sélection laitière exclusive sur deux troupeaux, l'un *Holstein*, l'autre *Ayrshire*, ne trouve une augmentation de la consommation des femelles entre 180 et 240 jours d'âge qu'en race *Ayrshire*.

Il semble par ailleurs qu'une élévation du niveau génétique laitier augmente le poids des animaux dans le jeune âge (MASON et VIAL, 1972) mais l'analyse de ce problème jusqu'au niveau du poids adulte montre que ceux-ci sont peu affectés (CALO *et al.*, 1973). Il y a apparemment peu de travaux portant sur les relations génétiques intra-race entre production laitière et performances de carcasse. SUESS *et al.* (1968) trouvent une corrélation négative ($-0,38$) entre le niveau génétique laitier estimé sur ascendance et le poids de viande maigre désossée produit par jour : MASON et VIAL (1972) trouvent la même chose pour le poids de carcasse produit par jour, la liaison négative étant encore plus accentuée ($-0,68$; $-0,72$; $-0,92$ suivant qu'on raisonne sans fixer l'âge et le poids, en fixant l'âge ou en fixant le poids). MASON et VIAL trouvent par ailleurs que la sélection laitière entraîne une augmentation notable de la proportion d'os dans la carcasse, une augmentation de l'importance du tissu gras, particulièrement au niveau des rognons, associées à une diminution très importante de la compacité des carcasses. En somme, ce type de résultats concorde bien avec les observations effectuées en race *Holstein* et en race *Normande*. Mais il est sans doute hasardeux de penser que les différences de performances bouchères entre les deux races sont la seule conséquence de différences de niveau génétique laitier. La race *Holstein* a été sélectionnée non seulement sur la production laitière mais aussi sur un type d'animal, développé, plat et à forte ossature supposé être en relation favorable avec le niveau laitier. La race *Normande* a été sélectionnée aussi sur la production laitière et sur un type tenant compte non seulement du développement squelettique mais des épaisseurs musculaires.

2. — L'effet des croisements

Pour les deux croisements étudiés au Pin, l'effet d'hétérosis sur l'efficacité alimentaire mesurée par le rapport aliment consommé/vitesse de croissance a été trouvé défavorable contrairement aux résultats obtenus sur les croisements entre races à viande (VISSAC *et al.*, 1970) mais en accord avec les résultats de WITT (1971) pour le croisement *Charolais* \times *Frison*. Cela est évidemment à mettre en relation avec un effet d'hétérosis défavorable sur la consommation notamment pour le croisement *Holstein* \times *Normand*. Une autre manière d'exprimer l'efficacité alimentaire est de calculer la consommation en fixant des variables comme le poids, la vitesse de croissance, la composition corporelle. L'effet de telles corrections annule l'effet défavorable du croisement pour le croisement *Holstein* mais non pour le croisement *Charolais*.

L'examen des effets d'hétérosis estimés sur la composition des carcasses ne laisse pas apparaître de phénomènes clairs en dehors du fait que les niveaux des animaux croisés se situent généralement quelque part entre les niveaux des races parentales. Le seul point qui semble d'une amplitude importante est l'effet d'hétérosis défavorable sur le pourcentage de tissu gras dans le croisement *Holstein* \times *Normand*. De semblables résultats, mais plus atténués, apparaissent généralement dans les études portant sur les bovins à viande (VISSAC *et al.*, 1970).

CONCLUSION

D'après les présents résultats et ceux de l'étude précédente (COLLEAU, 1974), la substitution de la race *Holstein*, spécialisée pour la production laitière à une race

mixte comme la race *Normande* apparaîtrait finalement avoir des conséquences très défavorables sur la production de viande, quand celle-ci est fournie par des jeunes taurillons. La vitesse de croissance n'est pas augmentée alors que sur quatre autres rubriques économiquement intéressantes, la consommation alimentaire, le poids et la composition des carcasses, le développement musculaire, les résultats sont nettement moins bons. Les résultats de croissance obtenus sur les femelles jusqu'à 2 ans semblent toutefois indiquer que le poids vif des vaches adultes réformées serait plus important en race *Holstein* mais il faut s'attendre à une diminution du rendement boucher comparativement à la race *Normande* ainsi qu'à une augmentation de la proportion d'os dans la carcasse, facteurs qui agiront économiquement en défaveur de la race *Holstein*.

Le croisement de première génération *Holstein* \times *Normand* permet d'obtenir des animaux nettement plus développés que les *Normands* (meilleure vitesse de croissance, carcasse plus lourde). Les épaisseurs musculaires sont pratiquement inchangées. Cependant, la composition de la carcasse est affectée : plus de gras, moins de muscle, mais autant d'os. La consommation alimentaire est nettement plus élevée que celle des animaux *Normands* si bien que le bilan économique global de la période d'engraissement exprimé en écart au bilan enregistré en race *Normande* dépend finalement du système de fixation du prix du kg de carcasse : il risque d'être négatif si l'on pénalise les carcasses des croisés *Holstein* de la même manière que celle des *Holstein* purs, mais à un niveau nettement moins défavorable que celui des *Holstein* purs. Les femelles croisées ne semblent pas avoir un format adulte beaucoup plus élevé que celui des femelles *Normandes*, malgré une très forte vitesse de croissance au cours de la première année.

Le croisement industriel *Charolais* \times *Normand* permet d'obtenir des animaux ayant une supériorité pondérale importante par rapport à la race *Normande*, de 3 à 5 p. 100 aussi bien chez les mâles que chez les femelles, associée à une nette amélioration de la conformation et de la composition des carcasses sans que la consommation alimentaire soit sensiblement affectée. Ces résultats favorables du croisement proviennent des potentialités apportées par la race *Charolaise* car ils sont pratiquement indépendants des phénomènes d'hétérosis, ce qui n'est pas le cas pour le croisement *Holstein*.

Reçu pour publication en décembre 1974.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M. P. MÉRAT (I. N. R. A., Jouy) et M. C. BÉRANGER (I. N. R. A., Theix) pour leurs suggestions lors de la lecture du manuscrit.

Nous remercions aussi MM. MALTERRE et GEAY (I. N. R. A., Theix) qui en liaison avec C. BÉRANGER ont pu nous conseiller dans la poursuite de l'expérience du Pin-au-Haras.

SUMMARY

COMPARISONS BETWEEN THE DUAL PURPOSE NORMAN BREED, THE SPECIALIZED CANADIAN HOLSTEIN AND CHAROLAIS BREEDS AND THEIR CROSSINGS.

II. — FATTENING AND CARCASS PERFORMANCES IN MALES

Fattening and carcass data were compared in young bulls, 20 *Holstein*, 68 *Norman*, 11 *Charolais*, 22 *Holstein* \times *Norman* crossbreds and 25 *Charolais* \times *Norman* crossbreds.

The genotypic differences were very large. When comparing the *Holstein*, *Norman*, *Charolais* breeds the following trends appeared : increase of the growth rate, increase of the food efficiency (feed intake according to fixed weight gain or to fixed weight gain and body composition) two trends that support the *Charolais* breed economically. Besides, from the *Holstein* breed to the *Charolais* breed, carcass became shorter and thicker, accompanied by an increase of the muscle yield and a reduction of the fat and (or) of the bone.

Crossbred animals were generally intermediate between the parental breeds. However, in *Holstein* × *Norman* crossbreeding, large heterosis effects were found on live weight at slaughter (8 p. 100), carcass weight (10 p. 100), average thickness of the loin (8 p. 100), daily feed intake (8 p. 100). Heterosis effects have never been significant on the *Charolais* crossbreds.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BÉRANGER C., MARCHADIER J., 1970. Production de viande par les jeunes bovins à partir de fourrages déshydratés. In : *La production de viande par les jeunes bovins*, 207-236. I. N. R. A., S. E. I., Versailles.
- CALO L. L., McDOWELL R. E., VAN VLECK L. D., MILLER P. D., 1973. Genetic aspects of beef production among *Holstein-friesians* pedigree selected for milk production. *J. Anim. Sci.*, **37**, 676-682.
- COLLEAU J.-J., 1974. Comparaisons entre la race mixte *Normande*, les races spécialisées *Holstein canadienne* et *Charolaise*, et leurs croisements. I. Performances de croissance des mâles et des femelles. *Ann. Génét. Sé. anim.*, **6** (sous presse).
- FREBLING J., POUJARDIEU B., VISSAC B., BÉRANGER C., TEISSIER J.-M., 1967. Stations de sélection bovine. Compte rendu technique n° 1. Note générale. *Bull. tech. Inf. Min. Agric. Fr.*, (225).
- GAILLARD J., 1973. Résultats non publiés.
- GEAY Y., BÉRANGER C., 1969. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau moncostal au niveau de la 11^e côte. *Ann. Zootech.*, **18**, 65-77.
- GEAY Y., MALTERRE C., 1973. Croissance, rendement et composition des carcasses de jeunes bovins de différentes races. *Bull. Tech.*, C. R. V. Z.-I. N. R. A., n° 14.
- HICKMAN C. G., 1971. Response to selection for 180 day milk solids. *J. Dairy Sci.*, **54**, 191.
- HICKMAN C. G., BOWDEN D. M., 1971. Correlated genetic responses of feed efficiency, growth, and body size in cattle selected for milk solids yield. *J. Dairy Sci.*, **54**, 1848-1855.
- JARRIGE R., BÉRANGER C., GEAY Y., GRENET N., MALTERRE C., ROBELIN J., 1970. Besoins énergétiques des jeunes bovins. In : *La production de viande par les jeunes bovins*, 167-184. I. N. R. A., S. E. I., Versailles.
- JOURNET M., HODEN A., GEAY Y., LIÉNARD G., 1973. Comparaison entre animaux *Pie noir* de type *Holstein canadien* et de type *Frison français*. *Bull. Tech.*, C. R. V. Z., I. N. R. A., n° 12.
- MASON I. L., VIAL V. E., THOMPSON R., 1972. Genetic parameters of beef characters and the genetic relationship between meat and milk production in *British Friesian* cattle. *Anim. Prod.*, **14**, 135-148.
- SUESS G. G., TYLER W. J., BRUNGARDT V. H., 1968. Relationship between carcass characteristics of *Holstein* steers and genetic level of milk production. *J. Anim. Sci.*, **27**, 972-975.
- TAYLOR St. C. S., 1971. The effect of body size on production efficiency in cattle. Breed comparisons and inter breed relationships. *Ann. Génét. Sé. anim.*, **3**, 85-98.
- VISSAC B., FREBLING J., MÉNISSIER F., 1970. *Amélioration génétique des bovins pour la production de viande. Cours approfondi d'amélioration génétique des animaux domestiques*. Cycle 1969-1970. I. N. A., Paris Grignon, ronéoté, 213 p.
- WITT M., ANDRAE V., KALLWEIT E., HUTH F. W., WERHAHN E., SELHAUSEN D., RÖSELER W., 1971. Mastversuche mit der *Charolais-Rasse*, den *Deutschen Schwarzbunten* und deren Kreuzungen. *Schriftenr. Max-Planck. Inst. Tierz. Tiernähr* (53).